



# Plataforma Web para Otimização Energética da Conservação de Alimentos Domésticos

## *Web Platform to Energetic Optimization of Domestic Food Conservation*

Ana Carolina Ribeiro Miranda, Lucio Agostinho Rocha.

### RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de plataforma Web de gerência de alimentos a fim de diminuir gastos e evitar desperdício desses alimentos. Essa plataforma reduz o desperdício de alimentos com o monitoramento inteligente. Este projeto tem o objetivo de desenvolver uma plataforma Web portátil para ambientes de nuvem para gerenciar a recepção de dados de dispositivos IoT compatíveis. A metodologia propõe um site na nuvem que gerencia uma geladeira com um módulo de inferência (controle) Fuzzy em linguagem Java, identificando as necessidades que devem ser atendidas pelo software, como a interface de login, interface de cadastro de alimentos e cadastro de usuário. Utilizando a plataforma Heroku para salvamento em nuvem, o projeto em questão utiliza a linguagem de marcação HTML com algumas funcionalidades do framework Bootstrap. O resultado obtido foi uma plataforma que controla o tempo de validade dos alimentos a fim de evitar o desperdício de alimentos.

**Palavras-chave:** Internet das Coisas. Conservação de Alimentos. Computação em Nuvem.

### ABSTRACT

This article presents a proposal of web platform for food management to reduce expenses and avoid waste of these foods. This platform reduces food waste with intelligent monitoring. This project has the goal of developing a portable web platform for cloud environments to manage the data reception from compatible IoT devices. The methodology proposes a cloud site that manages the smart refrigerator with a Fuzzy inference module (control) in Java language, identifying the needs that must be met by the software, such as a login interface, food registration interface and user registration. Using the Heroku platform for cloud saving, the project in question uses the HTML markup language with some functionality from the Bootstrap framework. The obtained result was a platform that controls the shelf life of foods to avoid food wasting.

**Keywords:** Internet of Things. Food Preservation. Cloud computing.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil estima-se que existe um elevado nível de desperdício de alimentos em residências. De acordo com o Banco Mundial, o Brasil ocupa a décima posição no ranking de desperdício de comida em todo o mundo, e apontam que aproximadamente 14,7 milhões de brasileiro passaram fome em 2020, o que equivale a cerca de 7% da população (LEIAJA.COM, 2020).

Os alimentos domésticos são conservados em refrigeradores que possuem poucas funções de monitoramento de alimentos, maioria não possuem controle dinâmico, com refrigeração inteligente, o que facilita na degradação de um alimento.

Em um mundo que enfrenta mudanças climáticas e escassez de recursos naturais, e ainda convive com o



flagelo da insegurança alimentar, a redução das perdas e do desperdício de alimento deve ser uma prioridade (EMBRAPA, 2020).

O desperdício afeta todas as classes trabalhadoras e o desenvolvimento do país, em 2020 a Alimentação em Foco divulgou que o Brasil descarta aproximadamente 30% de tudo que é produzido para o consumo, gerando prejuízo de quase 940 bilhões de dólares por ano na economia (AlimentaçãoemFoco, 2020). Neste projeto o objetivo foi encontrar uma maneira de evitar esses problemas, criando uma geladeira inteligente que permite notificar quando um alimento está perto de estragar, gerando assim um controle para evitar tal desperdício.

A plataforma web possui um controle da conservação do alimento doméstico, o que gera uma otimização energética ao se utilizar a modelagem Fuzzy otimizando o consumo de energia ao abrir a geladeira para verificar se ainda possui ou não um certo alimento em questão. É feito um controle de temperatura para a melhor conservação do alimento de acordo com sua maturação. Além de ao ser inserido o alimento, o usuário cadastra sua data de vencimento, fator que quando estiver próximo de sua validade, será gerada uma notificação para evitar seu desperdício.

A plataforma Web desenvolvida possui uma integração com dispositivos móveis e dispositivos internet das coisas (IoT), sendo possível integrar em quaisquer dispositivos com equipamentos de baixo custo que possuam lógica e equipamentos embutidos, no nosso caso o NodeMCU, definindo assim seus requisitos funcionais e não funcionais, e utilizando outras ferramentas como a plataforma do Heroku.

O restante deste trabalho é apresentado neste artigo como segue: a Seção de Métodos apresenta a metodologia para o desenvolvimento da solução através do site; a Seção de Resultados que apresenta os resultados e faz uma avaliação sucinta dos mesmos; o artigo termina com a Seção Conclusão.

## 2 MÉTODO

Neste trabalho a proposta é oferecer uma plataforma Web que permita monitorar o estado de conservação dos alimentos em uma geladeira inteligente. Com essa plataforma é possível reduzir o desperdício de alimentos com o monitoramento inteligente. A plataforma controla o tempo de validade dos alimentos. Primeiramente foram elencados os requisitos funcionais e não-funcionais do sistema proposto.

A definição de Requisitos funcionais é a parte em questão que identifica as necessidades que devem ser atendidas pelo software. Alguns exemplos neste projeto em questão foram: a interface de login, interface de cadastro de alimentos, cadastro de usuário.

A definição de Requisitos não-funcionais está relacionada à forma como o software tornará realidade o que foi planejado, ou seja, basicamente os requisitos funcionais são focados no que deverá ser feito e os não-funcionais descrevem como serão feitos. Alguns exemplos de requisitos não-funcionais desenvolvidos para o projeto em questão foram o que diz respeito à qualidade, a interação com uma interface amigável, um sistema que funcione com um bom desempenho podendo ser acessível pelo celular ou computador, tendo uma boa usabilidade e segurança, com manutenção quando necessário. Além disso, foram escolhidas as linguagens de programação e o design da interface gráfica Web de interação com o usuário.

Para facilitar a disponibilidade, foi desenvolvido o site em uma plataforma na nuvem, utilizando a plataforma Heroku, não possuindo um servidor físico, sendo realizada a proposta em prática sem adquirir equipamentos.

A plataforma Heroku é uma plataforma em nuvem com serviços que suportam diversas linguagens de programação. O projeto em questão utiliza a linguagem de marcação HTML, com algumas funcionalidades do framework Bootstrap, JFuzzy Java e JavaScript.



O básico do Heroku é de ser uma plataforma ao qual pode-se realizar um deploy dos serviços inicialmente sem se preocupar com configurações de hardware e sistemas operacionais, focando na aplicação e nos componentes de infra estruturas necessários como por exemplo banco de dados, cache, entre outros. (ADAMATTI, 2017).

O Heroku também possui uma integração com o GitHub, o que resulta em uma facilidade de uso para salvar e recuperar versões anteriores, ou seja, uma das formas para hospedar uma aplicação é nos repositórios no GitHub. Possui vantagens pelo seu fácil controle, facilidade em adicionar uma database ou um novo plug-in em um site WordPress, além de prezar pela atenção no desenvolvimento do núcleo da aplicação e não em serviços externos como a hospedagem, testes ou infraestrutura, não possuindo muitas desvantagens (GEEKHUNTER, 2020).

O JFuzzy é uma biblioteca Java para implementação de controladores que utilizam a lógica fuzzy, reduzindo consequentemente o tempo e eliminando a execução de tarefas padrão. A lógica Fuzzy trata-se de uma lógica traduzida matematicamente nas informações imprecisas de um conjunto de regras, ou seja, trata-se de uma ferramenta que lida em resolver tais regras, permitindo aplicações nas mais diversas áreas (JFUZZYLOGIC, 2021).

A vantagem da lógica Fuzzy é que está baseada em palavras e não numericamente, assim os valores verdadeiros são expressos linguisticamente, o que resulta em uma maior facilidade na especificação das regras de controle por estarem mais próximas a linguagem natural e pensamento humano, simplificando a solução de um problema, requerendo poucas regras, poucos valores e poucas decisões, gerando um melhor tratamento das imprecisões. O controle Fuzzy permite abranger uma grande quantidade de números de entradas, permitindo que algumas condições como alarmes sejam implementados com mais facilidade computacional e flexibilidades a mudanças. Por ter capacidade de interpretar a forma humana de pensar e passar para sistemas de controle, portanto irá se comportar com base na maneira que o desenvolvedor o projetar, baseando nas informações que já conhecem. Os sistemas Fuzzy estão na dificuldade de analisar aspectos de otimização e estabilidade, geralmente sua precisão é limitada pela experiência do desenvolvedor dos parâmetros.

### 3 RESULTADOS

De acordo com Rocha et al. (2011), a lógica Fuzzy é utilizada para desenvolver controladores de diversos tipos. A lógica Fuzzy permite modelar sistemas lineares e não-lineares, com o agrupamento de estratégias de controle que não podem ser especificadas por uma única equação. Para esse projeto foi utilizado o método de inferência Fuzzy Mandani que define operadores MAX-MIN e defuzzificação do tipo centróide.

No site da nuvem que gerencia a geladeira inteligente foi utilizado um módulo de inferência (controle) Fuzzy em linguagem Java disponível na referência (CINGOLANI E ALCAL-FDEZ, 2012) para calcular a temperatura do termostato. O sistema de controle utiliza regras de inferência “SE-ENTÃO” que imitam as decisões do ser humano. Essas regras são baseadas em experiências empíricas da temperatura do termostato de acordo com a maturação estimada e a temperatura ambiente. O modelo Fuzzy foi escrito em linguagem de controle (FCL) (CINGOLANI E ALCAL-FDEZ, 2012). Além disso, a mesma modelagem foi realizada com o toolbox Fuzzy Logic Toolbox sciFLT para Scilab (NAHRSTAEDT, GREZ e LU, 2019) para projetar graficamente as variáveis e regras de inferência.

No processo de fuzzificação, as entradas previstas são modeladas em conjuntos fuzzy de seu respectivo domínio. No caso, as variáveis de entrada definidas são “maturação” e “temperaturaAmbiente”. A variável de entrada “maturação” indica a maturação estimada dos alimentos dentro da geladeira. A variável de saída

“termostato” indica a temperatura que deve ser regulada dinamicamente no termostato. Essa regulação é feita a partir das regras de inferência do controlador.

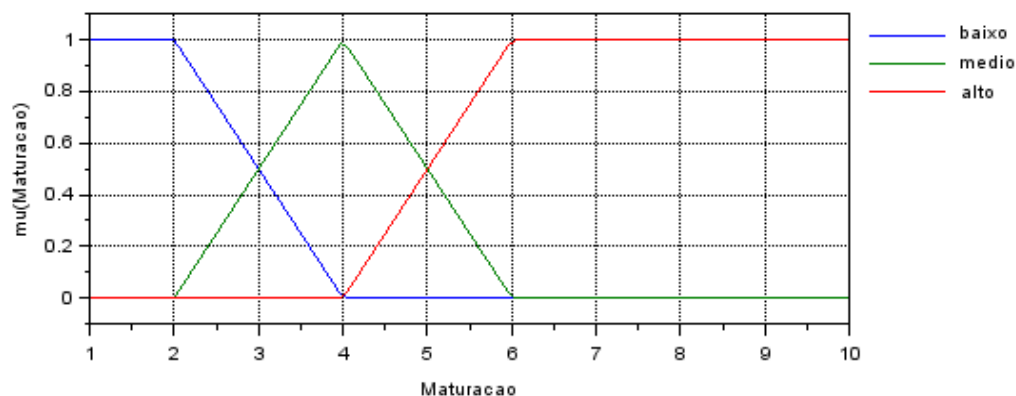
**Tabela 1 - Modelo de Controle Fuzzy para o Controle do Termostato da Geladeira Inteligente.**

Variáveis de Entrada	Termos Linguísticos	Função de Pertinência	Intervalo
Maturação [0--10]	Baixo Médio Alto	Trapezoidal Triangular Trapezoidal	[0--4] [2--6] [4--10]
TemperaturaAmbiente [0--50]	Baixa Média Alta	Trapezoidal Triangular Trapezoidal	[0--20] [10--30] [20--50]
<b>Variável de Saída</b>			
Termostato [0--10]	Baixo Médio Alto	Triangular Triangular Triangular	[0--5] [3--7] [5--10]

Fonte: Autoria Própria (2021).

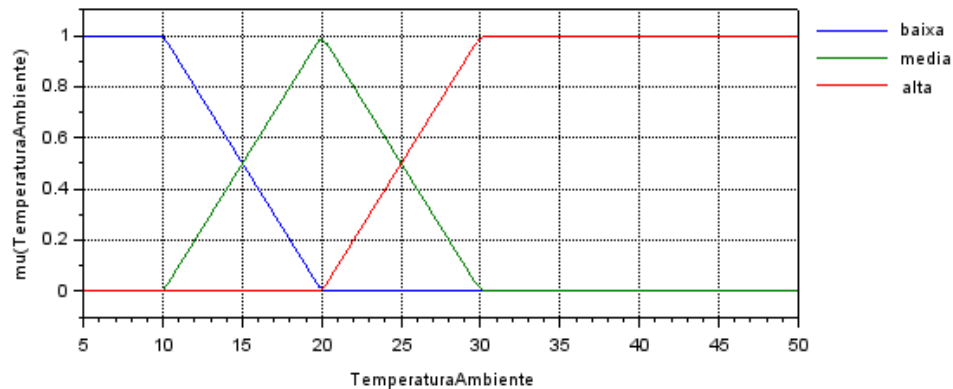
Cada termo linguístico foi modelado com uma função de pertinência do tipo triangular ou trapezoidal. As Figuras 1 e 2 mostram a modelagem dessas funções de pertinência.

**Figura 1- Variável de Entrada e Maturação. Eixo Y indica o “grau de pertinência”. Eixo X indica o grau de maturação do alimento.**



Fonte: Autoria Própria (2021).

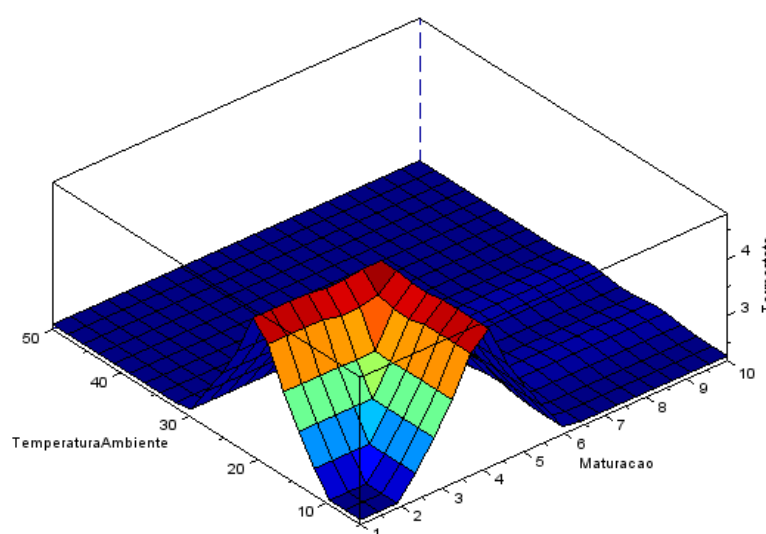
**Figura 2- Variável de Entrada Temperatura Ambiente. Eixo Y indica o “grau de pertinência”. Eixo X indica a temperatura do ambiente.**



Fonte: Autoria Própria (2021).

O método de inferência calcula o valor da variável de saída a partir dos valores fornecidos nas variáveis de entrada. Defuzzificar significa representar um valor obtido nas regras de inferência em um conjunto fuzzy da variável de saída. Como existem diversos valores que podem ser obtidos dentro do conjunto de saída com a aplicação das regras de inferência, a defuzzificação utilizou o processo de centro de gravidade (centróide) com o método de inferência Mandani do tipo MIN que corresponde ao operador AND lógico. Em termos práticos, a defuzzificação aplica as regras de inferência e obtém uma área para cada regra que combina com os valores de entrada. A seguir, essas áreas parciais são combinadas (MIN: operador AND lógico) para produzir uma única área de saída. Finalmente, o método centróide aplica o valor médio sobre a área final obtida.

**Figura 3- Superfície de Defuzzificação do Controlador Fuzzy.**



Fonte: Autoria Própria (2021).



## 4 CONCLUSÃO

Nessa pesquisa foi implementado um sistema Web em nuvem para gerência inteligente de alimentos. Reduzir a temperatura do refrigerador em períodos de baixa temperatura ambiente tem o potencial de reduzir o consumo de energia para manter os alimentos refrigerados. Além disso, a maturação dos alimentos também pode ser usada para regular o termostato do refrigerador.

Nessa pesquisa foi desenvolvido um protótipo de solução Web com um controlador Fuzzy dinâmico que ajusta a temperatura do termostato de acordo com a temperatura ambiente e a maturação dos alimentos. Como trabalho futuro é esperado que esse protótipo possa ser utilizado em geladeiras físicas.

Agradeço a instituição de ensino Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo auxílio ao projeto voluntário e ao orientador professor Lucio Agostinho Rocha que forneceram o devido apoio para o acontecimento deste projeto.

## REFERÊNCIAS

ADAMATTI. “O básico sobre o heroku”. [Online], 2017. Disponível em: <https://adamatti.github.io/blog/git/2017/06/04/heroku.html>. Acessado em Junho de 2021.

ALIMENTAÇÃO EM FOCO. “O que o Brasil está fazendo contra o desperdício de alimentos”. [Online], 2020. Disponível em: <https://alimentacaoemfoco.org.br/o-que-o-brasil-esta-fazendo-contr-o-desperdicio-de-alimentos/>. Acessado em Abril de 2021.

EMBRAPA. “Perdas e desperdício de alimentos”. [Online], 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos/sobre-o-tema>. Acessado em Abril de 2021.

EMBRAPA. “Internet das coisas pode ajudar a melhorar produtividade agrícola”. [Online], 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31786119/internet-das-coisas-pode-ajudar-a-melhorar-productividade-agricola>. Acessado em Abril de 2021.

LEIAJA.COM. “Brasil é um dos 10 países que mais jogam comida fora”. [Online], 2020. Disponível em: <https://www.leiaja.com/noticias/2020/12/29/brasil-e-um-dos-10-paises-que-mais-jogam-comida-fora/>. Acessado em Abril de 2021.

MAXWELL. “2 Lógica Fuzzy”. [Online], 2021. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/32823/32823\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/32823/32823_3.PDF). Acessado em Junho de 2021.

ROCHA L.A. et al. (2011). A Cloud Architecture for Educational Enterprises: A Case Study in Robotics. In: Mahmood Z., Hill R. (eds) Cloud Computing for Enterprise Architectures. Computer Communications and Networks. Springer, London. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2236-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2236-4_7). Acessado em Junho de 2021.

TANSCHUIT, Ricardo. “Sistemas Fuzzy”. [Online], 2020. Disponível em: <https://www.inf.ufsc.br/~mauro.roisenberg/ine5377/Cursos-ICA/LN-Sistemas%20Fuzzy.pdf>. Acessado em Maio de 2021.